



①9 **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 49 780 A 1**

⑲ Aktenzeichen: 101 49 780.6  
⑳ Anmeldetag: 9. 10. 2001  
㉔ Offenlegungstag: 30. 4. 2003

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 21 S 2/00**  
F 21 V 3/00  
F 21 V 11/00  
F 21 V 19/00  
F 21 V 9/08  
G 01 N 21/84  
// F21Y 101:02

**DE 101 49 780 A 1**

⑦① Anmelder:  
Byk-Gardner GmbH, 82538 Geretsried, DE  
  
⑦④ Vertreter:  
Wallinger, M., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 80331  
München

⑦② Erfinder:  
Sperling, Uwe, 82538 Geretsried, DE; Schwarz,  
Peter, 82549 Königsdorf, DE

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

- ⑤④ Einrichtung zur Beleuchtung einer Messfläche und Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung der visuellen Eigenschaften von Körpern
- ⑤⑦ Beleuchtungseinrichtung zur Beleuchtung einer Messfläche und Vorrichtung zur Bestimmung der Eigenschaften von reflektierenden Körpern. Die Beleuchtungseinrichtung weist eine Strahlungseinrichtung mit Strahlungsquellen, eine Blendeneinrichtung und eine Streueinrichtung auf. Die Streueinrichtung ist im Strahlengang angeordnet und die von den Strahlungsquellen emittierende Strahlung ist auf die Blendeneinrichtung richtbar. Die Vorrichtung umfasst als erste optische Einrichtung eine Beleuchtungseinrichtung, die Licht auf eine Messfläche ausstrahlt. Die erste optische Einrichtung weist eine Strahlungseinrichtung mit Strahlungsquellen, eine Blendeneinrichtung und eine im Strahlengang angeordnete Streueinrichtung auf. Die von den Strahlungsquellen emittierbare Strahlung ist auf die Blendeneinrichtung richtbar. Eine zweite optische Einrichtung ist als Detektoreinrichtung ausgeführt und erfasst das von der Messfläche reflektierte Licht. Die Detektoreinrichtung gibt einen Messwert aus, welcher für wenigstens einen Teil des aufgenommenen Lichts charakteristisch ist. Weiterhin ist eine Speichereinrichtung vorgesehen und eine Steuereinrichtung dient zur Steuerung des Messablaufs, wobei eine Kenngröße bestimmt wird, welche die Messfläche charakterisiert.

**DE 101 49 780 A 1**

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Beleuchtung einer Meßfläche sowie eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung der visuellen Eigenschaften von Körpern.

**[0002]** Die visuellen Eigenschaften eines Körpers bzw. einer Oberfläche sind bei zahlreichen Produkten – beispielsweise Automobilen – ein wichtiges Merkmal für den Gesamteindruck. Um eine hohe Reproduzierbarkeit bei der Fertigung oder Reparatur von Gegenständen zu erzielen, werden deshalb Messungen zur Qualitätskontrolle an Prototypen oder Produkten durchgeführt, bei denen dann eine oder mehrere Kenngrößen bestimmt werden.

**[0003]** Dazu wird eine zu messende Oberfläche bzw. ein zu messender Körper mit einer Beleuchtungseinrichtung angestrahlt und ein Teil des reflektierten (oder auch transmittierten) Lichts wird von einer oder mehreren Meßeinrichtung(en) aufgenommen, um optische Eigenschaften des Meßobjekts zu bestimmen. Ein wichtiges Teil der Meßvorrichtung ist die Beleuchtungseinrichtung zur Ausleuchtung der zu messenden Oberfläche bzw. des zu messenden Körpers.

**[0004]** Es ist deshalb die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Einrichtung zur Beleuchtung einer Oberfläche und eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Bestimmung der visuellen Eigenschaften von Körpern der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen.

**[0005]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Einrichtung zur Beleuchtung gelöst, wie sie in Anspruch 1 definiert. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ist Gegenstand des Anspruchs 23. Das erfindungsgemäße Verfahren ist Gegenstand des Anspruchs 51.

**[0006]** Zu bevorzugende Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

**[0007]** Eine erfindungsgemäße Einrichtung zur Beleuchtung einer Meßfläche umfaßt wenigstens eine Strahlungseinrichtung, die wenigstens zwei Strahlungsquellen aufweist, und wenigstens eine Blendeneinrichtung zur Begrenzung der Apertur. Wenigstens eine Streueinrichtung ist im Strahlengang angeordnet.

**[0008]** Vorzugsweise ist die von den Strahlungsquellen ausgestrahlte Strahlung auf die Blendeneinrichtung richtbar.

**[0009]** Die von den Strahlungsquellen emittierte Strahlung ist vorzugsweise im wesentlichen in eine gemeinsame Richtung gerichtet. Dies kann z. B. bedeuten, daß Achsen durch die Hauptausbreitungsrichtungen der emittierten Strahlungen parallel zueinander ausgerichtet sind oder sich in einem spitzen Winkel schneiden oder sich in einer Projektionsebene senkrecht zur Meßfläche unter einem spitzen Winkel schneiden.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung hat viele Vorteile.

**[0011]** In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist eine Vielzahl von Strahlungsquellen in wenigstens einer Strahlungseinrichtung vorgesehen, wobei die Zahl der Strahlungsquellen in wenigstens einer Strahlungseinrichtung  $\geq 3$  ist. Vorzugsweise ist die Zahl der Strahlungsquellen größer 8, 12 oder  $\geq 16$ . Ebenso können auch mehr als 16, so z. B. 18, 20, 24 oder jede beliebige Zahl an Strahlungsquellen vorgesehen sein.

**[0012]** In einer weiteren Weiterbildung der Erfindung weisen wenigstens zwei Strahlungsquellen wenigstens einer Strahlungseinrichtung unterschiedliche spektrale Charakteristiken auf. Vorzugsweise ist eine Vielzahl von Strahlungsquellen unterschiedlicher spektraler Charakteristik vorgesehen.

**[0013]** Es ist besonders bevorzugt, daß sich die spektralen

Charakteristiken unterschiedlicher Strahlungsquellen wenigstens teilweise überlappen. Es ist allerdings in allen Fällen möglich, daß zwei oder mehr unterschiedliche Strahlungsquellen gleiche oder im wesentlichen gleiche spektrale Charakteristiken aufweisen, um beispielsweise die Intensität im entsprechenden Spektralbereich zu erhöhen.

**[0014]** In einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Einrichtung emittiert wenigstens eine Strahlungseinrichtung im wesentlichen Strahlung im gesamten sichtbaren Bereich des Spektrums. Das ist vorteilhaft, um die visuellen Eigenschaften im gesamten sichtbaren Bereich des Spektrums zu beurteilen. Dies kann auch durch eine Mehrzahl spektral unterschiedlich ausstrahlender Strahlungsquellen erzielt werden. Auch im UV- und im Infrarotbereich kann Strahlung emittierbar sein.

**[0015]** Vorzugsweise ist wenigstens eine Strahlungsquelle wenigstens einer Strahlungseinrichtung ein thermischer Strahler oder eine Halbleiterstrahlungsquelle. Besonders bevorzugt ist wenigstens eine (oder im wesentlichen alle) Strahlungsquelle(n) als lichtemittierende Diode ausgeführt.

**[0016]** Insbesondere Halbleiterstrahlungsquellen und lichtemittierende Dioden oder dergleichen haben viele Vorteile. Beispielsweise weisen Halbleiterstrahlungsquellen kurze Schaltzeiten auf und benötigen vergleichsweise wenig Zeit, um die ausgestrahlte Leistung zu stabilisieren. Weitere Vorteile von Halbleiterstrahlungsquellen sind die hohe Lebensdauer und die relativ geringen Alterungserscheinungen etc.

**[0017]** Typische Leuchtdioden strahlen meist nur über einen relativ kleinen Wellenlängenbereich Leistung aus. Mit einer entsprechenden Anzahl spektral unterschiedlich ausstrahlender Lichtquellen kann das gesamte sichtbare Spektrum (und noch mehr) abgedeckt werden. Auch der Einsatz von Weißlicht-LED's ist möglich.

**[0018]** Vorzugsweise ist eine Steuereinrichtung vorgesehen, die die Beleuchtungseinrichtung steuert. Dabei kann die Steuereinrichtung derart gestaltet sein, daß es möglich ist, daß wenigstens zwei Strahlungsquellen wenigstens einer Strahlungseinrichtung zeitlich nacheinander Strahlung aussenden.

**[0019]** Vorzugsweise kann mit der Steuereinrichtung die Beleuchtungseinrichtung derart gesteuert werden, daß wenigstens zwei Strahlungsquellen im wesentlichen gleichzeitig Strahlung aussenden.

**[0020]** Besonders bevorzugt sind beide Steuerungsvarianten vorgesehen, so daß beispielsweise auf Wunsch des Benutzers oder im Rahmen eines vorgesehenen Beleuchtungsablaufs einzelne oder alle Strahlungsquellen zeitlich nacheinander bzw. wenigstens zeitweise gleichzeitig Strahlung aussenden.

**[0021]** Wenn wenigstens über einen Zeitabschnitt Strahlung gleichzeitig emittiert wird, so erfolgt eine Beleuchtung in einem größeren Wellenlängenintervall und/oder mit größerer Intensität, was von Vorteil sein kann.

**[0022]** Werden zwei oder mehr Strahlungsquellen einer oder mehrerer Strahlungseinrichtungen zeitlich nacheinander aktiviert, so wird insbesondere im Falle spektral unterschiedlicher Emissionscharakteristiken die Meßfläche mit einem zeitlich variablen Spektrum beleuchtet. Eine solche Vorgehensweise bietet beispielsweise den Vorteil, daß auch bei Verwendung eines reinen Helligkeitssensors Rückschlüsse auf die spektralen Eigenschaften der Oberfläche gezogen werden können.

**[0023]** In einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Einrichtung gemäß einer oder aller zuvor beschriebenen Weiterbildungen ist im Strahlengang zwischen wenigstens einer Strahlungsquelle wenigstens einer Strahlungseinrichtung und der zu beleuchtenden Meßfläche we-

nigstens eine Lichtlenkeinrichtung vorgesehen. Vorzugsweise ist die Lichtlenkeinrichtung im Strahlengang zwischen Strahlungsquelle und Blendeneinrichtung vorgesehen, um die von der Strahlungsquelle emittierte Strahlung wenigstens teilweise auf die Blendeneinrichtung zu lenken.

**[0024]** Mit einer solchen Maßnahme kann die Intensität der emittierten Strahlung hinter der Blendeneinrichtung erhöht werden, so daß der relative Einfluß von Umgebungsstreulicht abnimmt und das Signal-/Rausch-Verhältnis besser wird.

**[0025]** Vorzugsweise umfaßt wenigstens eine Lichtlenkeinrichtung wenigstens ein Lichtlenkelement. Vorzugsweise wird mit der Lichtlenkeinrichtung Licht verschiedener Strahlungsquellen auf die Blendeneinrichtung gelenkt. Dabei kann für die einzelnen Strahlungsquellen jeweils ein separates oder ein gemeinsames Lichtlenkelement an der Lichtlenkeinrichtung vorgesehen sein.

**[0026]** Vorzugsweise werden als Lichtlenkelemente Linsen- und Mikrolinsenelemente oder auch Mikrolinsenarrays verwendet. Ebenfalls bevorzugt ist der Einsatz von beugenden Elementen als Lichtlenkelementen, wie beispielsweise Gitterelementen. Besonders bevorzugt werden im Falle beugender Elemente Volumengitterelemente oder holografisch-optische Elemente eingesetzt. Bei holografisch-optischen Elementen ist die flexible optische Geometrie und die flexible Wellenlängenselektion von Vorteil. Bei Volumenhologrammen als holografisch-optischen Elementen kann die gewünschte Geometrie und Arbeitswellenlänge über die Schichtdicke des Volumenhologramms, Aufnahmewellenlänge und -geometrie gut eingestellt werden.

**[0027]** Mit derartigen Elementen ist es möglich, daß Strahlung, die aus einer ersten Richtung auf das holografisch-optische Element auftrifft, genauso wie Strahlung aus einer zweiten Richtung auf die Blendeneinrichtung gelenkt wird. Eine Beeinflussung des Strahlengangs kann wellenlängenselektiv erfolgen, so daß Strahlung eines ersten Wellenlängenbereiches aus einer ersten Richtung umgelenkt, während Strahlung aus der ersten Richtung mit einem zweiten Wellenlängenbereich ungehindert durchtritt oder in eine zweite Richtung umgelenkt wird. Die entsprechende wechselseitige Abhängigkeit von Wellenlänge und Beugungswinkel gehorcht der Bragg-Bedingung.

**[0028]** Werden entsprechende holografische oder nicht-holografische optische Elemente eingesetzt, ist ein flexibler Aufbau der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung möglich, wobei durch entsprechende Lichtlenkmittel das emittierte Licht von einer Vielzahl von Strahlungsquellen auf die Blendeneinrichtung umgelenkt werden kann.

**[0029]** In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung sind wenigstens zwei und vorzugsweise wenigstens 3, 4, 5, 6 oder mehr Strahlungsquellen auf einer gemeinsamen Trägereinrichtung angeordnet, und zwar vorzugsweise derart, daß die jeweils emittierbare Strahlung wenigstens teilweise oder im wesentlichen auf die Blendeneinrichtung gerichtet ist.

**[0030]** Die einzelnen Strahlungsquellen einer Strahlungseinrichtung können direkt benachbart auf der Trägereinrichtung angeordnet werden, wobei der Abstand kleiner 5 mm oder auch kleiner 1 mm sein kann.

**[0031]** Die Trägereinrichtung kann dabei z. B. als ebenes Substrat in z. B. runder, eckiger oder auch einer anderen Form vorliegen. Auf der Trägereinrichtung können die einzelnen Strahlungsquellen (z. B. Leuchtdioden) parallel zueinander angeordnet sein. Die einzelnen Strahlungsquellen emittieren ihre Strahlung dann im wesentlichen parallel zueinander. Dabei wird ein zentraler Bereich der Strahlungsquellen direkt über der Blendeneinrichtung mehr Intensität auf diese ausstrahlen, als Strahlungsquellen, die weiter ent-

fernt von der zentralen optischen Achse angeordnet sind

**[0032]** Die Trägereinrichtung kann ebenso dreidimensional gestaltet sein, und zwar derart, daß die einzelnen auf der Trägereinrichtung angeordneten Strahlungsquellen jeweils wenigstens im wesentlichen auf die Blendeneinrichtung ausgerichtet oder fokussiert sind. Dadurch kann die auf die Blendeneinrichtung ausgestrahlte Strahlungsleistung erhöht werden.

**[0033]** Die Trägereinrichtung kann auch mit einer Lichtleitenden Einrichtung, wie z. B. der schon oben beschriebenen Lichtlenkeinrichtung, versehen sein, um das von den einzelnen Strahlungsquellen emittierte Licht auf die vorzugsweise (z. B. zentral angeordnete) Blendeneinrichtung zu lenken. Dabei ist auch der Einsatz von spiegelnden Elementen möglich, die das auf die jeweiligen Spiegelemente treffende Licht in Richtung der Blendeneinrichtung umlenken.

**[0034]** Um eine hohe Reproduzierbarkeit der ausgestrahlten Strahlung mit unterschiedlichen Beleuchtungseinrichtungen zu erzielen, ist die Trägereinrichtung vorzugsweise derart gestaltet, daß die einzelnen Strahlungselemente im wesentlichen fest – aber vorzugsweise austauschbar – von der Trägereinrichtung aufgenommen werden. Bei Formschluß kann der Justageaufwand klein bleiben.

**[0035]** In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist es vorgesehen, daß die einzelnen Licht ausstrahlenden Elemente als Halbleiterstrahlungselemente ausgebildet sind, die im wesentlichen kein Gehäuse und/oder keinen Glaskörper bzw. Kunststoffkörper zur Lichtführung aufweisen. Dies können Silizium-Chips sein.

**[0036]** Dann ist es möglich, eine Vielzahl von gleichen oder unterschiedlich ausstrahlenden Strahlungselementen auf einer verhältnismäßig kleinen Fläche einer Trägereinrichtung anzubringen. Die Trägereinrichtung kann aus Keramik oder einem sonstigen nicht-leitenden Material hergestellt sein, und die einzelnen Strahlungselemente werden auf der Trägereinrichtung geklebt oder befestigt. Mit einem solchen Aufbau ist es möglich, bis zu 10, 20 oder 30 oder noch mehr Strahlungselemente auf einer Fläche von z. B. etwa 1 cm<sup>2</sup> anzuordnen.

**[0037]** Die dann von den einzelnen Strahlungsquellen bzw. die Lichtquellen oder Silizium-Chips emittierte Strahlung ist unter Umständen weniger gerichtet, als dies bei herkömmlichen Leuchtdioden der Fall ist, allerdings kann durch die hohe Packungsdichte eine große Anzahl von Strahlungsquellen in einem geringen Abstand zueinander und von der Blendeneinrichtung angeordnet werden, so daß auch eine relativ hohe Beleuchtungsintensität möglich ist.

**[0038]** Zusätzlich kann gerade in der soeben beschriebenen Ausgestaltung ein Lichtlenksystem vorgesehen sein, welches beispielsweise auch konventionelle optische oder auch holografisch-optische Elemente umfaßt. Durch derartige Maßnahmen kann auch bei geringem Volumenaufwand die Strahlungsintensität auf die Blendeneinrichtung erhöht werden. Mit Lichtlenkelementen kann die Strahlung einzelner oder aller Lichtquellen auf die Blendeneinrichtung gelenkt oder fokussiert werden.

**[0039]** In einer bevorzugten Weiterbildung der erfindungsgemäßen Einrichtung ist wenigstens eine Strahlungseinrichtung bewegbar angeordnet. Vorzugsweise ist die Trägereinrichtung mit darauf angeordneten Strahlungseinrichtungen bzw. Strahlungsquellen bewegbar angeordnet.

**[0040]** Dann ist es bevorzugt, daß die Strahlungsquellen auf der Trägereinrichtung derart angeordnet sind, daß die jeweils emittierbare Strahlung auf die Blendeneinrichtung richtbar ist. Dies kann beispielsweise durch Bewegung der Trägereinrichtung relativ zu der Blendeneinrichtung erfolgen. Dabei kann der Aufbau derart sein, daß im wesentli-

chen jeweils nur Strahlung einer Lichtquelle auf die Blendeneinrichtung emittierbar ist.

[0041] Vorzugsweise erfolgt eine Bewegung der Trägereinrichtung mit einer Motoreinrichtung und besonders bevorzugt mit einer Schrittmotoreinrichtung. Eine automatische Positionierung der Trägereinrichtung bzw. der jeweiligen Strahlungsquellen in Bezug auf die Blendeneinrichtung ist bevorzugt, so daß nacheinander einzelne Strahlungsquellen Licht in Richtung der Blendeneinrichtung emittieren können. Derart ausgestaltet, kann jeweils eine relativ hohe Strahlungsintensität gezielt auf die Blendeneinrichtung ausgestrahlt werden.

[0042] Besonders bevorzugt ist die Trägereinrichtung wenigstens über einen Winkelbereich drehbar. Die Trägereinrichtung kann kontinuierlich drehbar sein, oder auch nur über einen bestimmten Winkelbereich.

[0043] In jeweils beiden Fällen können Schleifkontakte vorgesehen sein, um eine elektrische Verbindung von z. B. einer Drehachse der Trägereinrichtung zu den darauf angeordneten Strahlungselementen herzustellen.

[0044] Weiterhin kann auf der Trägereinrichtung auch eine Schaltungseinrichtung angeordnet sein, die die einzelnen Strahlungsquellen steuert und bzw. oder auch eine Stabilisierung der elektrischen Stromversorgung für die Strahlungsquellen umfaßt. Die einzelnen Strahlungsquellen der Trägereinrichtung können ebenso durch konventionelle elektrische Kabel mit den weiteren Elementen der Beleuchtungseinrichtung verbunden sein, insbesondere wenn die Trägereinrichtung nur um einen bestimmten Winkelbetrag drehbar oder ein bestimmtes Wegstück bewegbar ist.

[0045] Eine drehbare Trägereinrichtung ist besonders vorteilhaft. Auf einer drehbaren Trägereinrichtung können einzelnen Strahlungsquellen in einem konstanten Radius um die Drehachse der Trägereinrichtung angeordnet werden. Beispielsweise ist es möglich, auf einem Kreisbogensegment in konstantem oder auch variablem Winkelabstand eine Vielzahl von beispielsweise 16 Strahlungsquellen anzuordnen. Viele spektral unterschiedliche Strahlungsquellen erhöhen die Wellenlängenauflösung.

[0046] Vorzugsweise werden die Strahlungsquellen an den Halteeinrichtungen der Trägereinrichtung so angeordnet, daß eine Achse des ausgestrahlten Lichts im wesentlichen parallel zu der Drehachse der Trägereinrichtung verläuft. Möglich ist auch, daß der Winkel zwischen den Strahlungsachsen und der Drehachse einen bestimmten Betrag aufweist. Auch eine senkrechte Ausrichtung ist möglich. Der gewählte Winkel hängt von Bauform und sonstiger Geometrie ab.

[0047] Bei Drehung der Trägereinrichtung können die einzelnen Strahlungsquellen nacheinander Licht auf die Blendeneinrichtung abstrahlen. So kann jede einzelne Strahlungsquelle im wesentlichen auf die Blendeneinrichtung ausgerichtet werden, um einen vorbestimmbaren oder auch möglichst hohen Strahlungsanteil in Richtung auf die Blendeneinrichtung auszustrahlen. Eine Intensitätserhöhung ist möglich.

[0048] Dadurch wird eine hohe Flexibilität des Aufbaus erzielt. Außerdem ist ein Vorteil eine erhöhte Reproduzierbarkeit der ausgestrahlten Strahlung bei Verwendung unterschiedlicher Beleuchtungsgeräte derselben oder unterschiedlicher Bauformen. Um eine entsprechende Reproduzierbarkeit zu gewährleisten, kann der Justageaufwand gesenkt werden, bzw. es kann insgesamt ein besseres Ergebnis erzielt werden.

[0049] Der Drehbereich der Trägereinrichtung kann auf einen Winkel kleiner 360° begrenzt werden; beispielsweise sind Drehbereiche von 270°, 300° oder 330° bevorzugt. Die einzelnen Strahlungsquellen sind dann beispielsweise in ei-

nem Winkelabstand von etwa 5°, 10°, 15°, 20° oder 30° oder dergleichen angeordnet.

[0050] Vorzugsweise ist eine Positionskontrolleinrichtung zur Positionsbestimmung der Trägereinrichtung vorgesehen. Dies kann z. B. eine Endschalteinrichtung sein. Auch zwei Endschalteinrichtungen für die beiden Drehrichtungen sind möglich. Die Positionskontrolleinrichtung kann auch durch eine Lichtschranke oder einen Magneten oder dergleichen realisiert sein.

[0051] Mit einer derartigen Positionskontrolleinrichtung kann zuverlässig wenigstens ein Start-/Endpunkt einer Beleuchtungsserie definiert werden. Sich addierende Ungenauigkeiten bei der Positionierung über längere Betriebszeit sind somit weitgehend ausgeschlossen.

[0052] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung gemäß einer oder aller vorbeschriebenen Weiterbildungen ist eine Kontrollsensoreinrichtung im Strahlengang vorgesehen, die vorzugsweise hinter der Blendeneinrichtung angeordnet ist. Die Kontrollsensoreinrichtung dient zur Bestimmung und Kontrolle der von den jeweiligen Strahlungsquellen emittierten Strahlung. Auch eine Steuerung oder Regelung der emittierten Leistung ist vorzugsweise möglich.

[0053] Mit einer derartigen Kontrollsensoreinrichtung kann die Steuereinrichtung die Motoreinrichtung in Abhängigkeit von dem Kontrollsensordesignal steuern. Beispielsweise kann bei einer hohen Strahlungsintensität die Motoreinrichtung schneller betrieben werden und/oder die Motoreinrichtung kann bei geringeren Intensitäten derart angesteuert werden, daß die Trägereinrichtung sich langsamer, oder auch zeitweise gar nicht, bewegt.

[0054] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestimmung der visuellen Eigenschaften von Körpern umfaßt wenigstens eine erste optische Einrichtung und wenigstens eine zweite optische Einrichtung. Die erste optische Einrichtung ist als Beleuchtungseinrichtung ausgeführt, mit welcher Licht auf eine Meßfläche ausstrahlbar ist. Wenigstens die zweite optische Einrichtung ist als Detektoreinrichtung ausgeführt, mit welcher das von der Meßfläche reflektierte oder durch den Körper transmittierte Licht erfassbar ist. Dabei ist unter dem von der Meßfläche reflektierten oder durch den Körper transmittierten Licht der Anteil zu verstehen, der von einer Beleuchtungseinrichtung ausgestrahlt wird und von der Meßfläche reflektiert bzw. transmittiert wird und anschließend in die entsprechende Detektoreinrichtung gelangt.

[0055] Von der Detektoreinrichtung ist wenigstens ein Meßwert ausgebbar, welcher wenigstens für einen Teil des aufgenommenen Lichts charakteristisch ist. Eine Speichereinrichtung ist in der erfindungsgemäßen Vorrichtung vorgesehen, um wenigstens einen und vorzugsweise eine Vielzahl von Meßwerten aufzunehmen. Wenigstens eine Steuereinrichtung dient zur Steuerung des Meßablaufs.

[0056] Mit der Vorrichtung ist wenigstens eine Kenngröße bestimmbar, welche die Meßfläche charakterisiert.

[0057] Die als Beleuchtungseinrichtung ausgeführte erste optische Einrichtung umfaßt wenigstens eine Blendeneinrichtung und wenigstens eine Streu- oder Diffusoreinrichtung, welche im Strahlengang angeordnet ist. Die wenigstens eine Strahlungseinrichtung umfaßt wenigstens zwei Strahlungsquellen, wobei die emittierte Strahlung von wenigstens zwei – vorzugsweise 3, 4 oder mehr – Strahlungsquellen im wesentlichen auf die Blendeneinrichtung richtbar ist.

[0058] Beispielsweise können zwei, drei oder mehr Strahlungsquellen im wesentlichen parallel zueinander ausgerichtet sein. Das von zwei, drei oder mehr Strahlungsquellen ausgestrahlte Licht kann wenigstens teilweise auf einen gemeinsamen Punkt bzw. Lichtfleck gerichtet sein, wenn beide

Strahlungsquellen gleichzeitig betrieben werden. Vorzugsweise ist wenigstens ein Teil der jeweils emittierbaren Strahlung auf eine gleiche Fläche gerichtet.

[0059] Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat viele Vor-  
teile.

[0060] Mit der erfindungsgemäßen Konstruktion kann die Reproduzierbarkeit von Messungen erhöht werden. Auch die Interoperabilität verschiedener Meßgeräte kann verbessert werden.

[0061] Gemäß bevorzugter Weiterbildungen umfaßt die erfindungsgemäße Vorrichtung wenigstens eine Beleuchtungseinrichtung gemäß dem zuvor beschriebenen Anspruch 1 und dessen Weiterbildungen, so daß bezüglich bevorzugter Ausgestaltungen auch auf die obige Beschreibung verwiesen wird.

[0062] In einer Weiterbildung der Erfindung ist wenigstens die erste und wenigstens die zweite optische Einrichtung jeweils in einem vorbestimmten Azimutwinkel und in einem vorbestimmten Höhenwinkel zu der Meßfläche angeordnet.

[0063] Die Anordnung der einzelnen optischen Einrichtungen unter den gewählten Winkeln in Bezug zur Meßfläche erfolgt dabei bevorzugt gemäß den anerkannten nationalen bzw. internationalen Standards zur Messung von Oberflächen. Vorzugsweise ist dabei eine sogenannte 0°-/45°-Geometrie von Beleuchtung bzw. Detektion realisierbar, wie es bei Farbmessung Standard ist.

[0064] Ebenso bevorzugt ist insbesondere – aber nicht nur – für die Messung von Glanz und dergleichen eine symmetrische Anordnung von Beleuchtungs- und Detektionseinrichtungen vorgesehen, wobei bevorzugte Winkel zur Meßfläche 5°, 20°, 30°, 45°, 60° und 85° betragen. Weiterhin sind allerdings Winkel zwischen 0° und 90° zur Anordnung der einzelnen Beleuchtungs- bzw. Detektionseinrichtungen möglich.

[0065] Besonders bevorzugt sind Geometrien, die nationalen und internationalen Standards genügen. Bevorzugt ist ein Aufbau gemäß der amerikanischen Norm ASTM E 430 oder der ISO 2813 oder der DIN 67530.

[0066] Besonders bevorzugt ist die Summe der optischen Einrichtungen wenigstens drei. Besonders bevorzugt sind vier, fünf oder mehr optische Einrichtungen vorgesehen. Dabei kann jede optische Einrichtung als Detektoreinrichtung oder als Beleuchtungseinrichtung ausgebildet sein.

[0067] Besonders bevorzugt ist eine Vielzahl von optischen Einrichtungen, die über wenigstens einen Winkelbereich – nicht nur in einer Ebene – sondern im Halbraum über der Meßfläche angeordnet sind, um eine dreidimensionale Vermessung der Meßfläche zu ermöglichen.

[0068] Deshalb ist bevorzugt wenigstens eine dritte optische Einrichtung außerhalb einer ersten Meßebene angeordnet, die durch die erste optische Einrichtung, die zweite optische Einrichtung und die Meßfläche verläuft.

[0069] Vorzugsweise weist die Detektoreinrichtung in Reihen oder in Spalten angeordnete Sensoreinrichtungen auf. Die Detektoreinrichtung kann als CCD-Chip ausgeführt sein. Es ist auch möglich, daß jede einzelne Sensoreinrichtung farbsensitiv ausgeführt ist, indem beispielsweise wenigstens drei fotosensitive Elemente unterschiedlicher spektraler Empfindlichkeit jeweils einer Sensoreinrichtung zugeordnet sind. Bei derartig ausgebildeten Sensoreinrichtungen kann dann eine Farbe des aufgenommenen Lichtes bestimmt werden.

[0070] Beispielsweise kann die Detektoreinrichtung als Farb-CCD-Einrichtung ausgeführt sein. Ebenso ist es auch möglich, daß die Detektoreinrichtung als Spektrometereinrichtung ausgebildet ist. Dazu kann diese das auftreffende Licht in seine spektralen Bestandteile zerlegen, um ein

(hoch aufgelöstes) Spektrum zu erhalten. Dabei ist es auch möglich, daß einzelne Ortsbereiche des aufgenommenen Lichts jeweils spektral zerlegt werden, um über der Meßfläche ein ortsaufgelöstes Spektralergebnis zu erhalten. Dies kann beispielsweise über gemultiplexte Lichtleiter realisiert werden, die jeweils Bereiche der Meßflächen aufnehmen.

[0071] Vorzugsweise ist wenigstens einem Teil der Sensoreinrichtungen jeweils ein unterschiedlicher Meßort auf der Meßfläche zugeordnet.

[0072] Insbesondere bei den Weiterbildungen der Erfindung, bei denen die einzelnen Strahlungsquellen einer Beleuchtungseinrichtung nacheinander Strahlung emittieren, ist auch eine Erfassung der spektralen Charakteristik der Meßfläche möglich.

[0073] Wenn eine Anzahl spektral unterschiedlich emittierender Strahlungsquellen im wesentlichen nacheinander auf die Meßfläche Strahlung ausstrahlen, so kann für das jeweilige Wellenlängenintervall bzw. das jeweilige Emissionsspektrum wenigstens ein Meßwert von der Detektoreinrichtung aufgenommen werden. Unter Berücksichtigung der jeweils aufgenommenen Meßwerte bei unterschiedlichen Strahlungsquellen kann ein Spektralverlauf für die Meßfläche abgeleitet werden.

[0074] Mit einer Mehrzahl von 4, 8, 12, oder 16 oder noch mehr Strahlungsquellen kann ein zuverlässiges spektrales Meßergebnis erzielt werden. Bei spektral unterschiedlich emittierenden Strahlungsquellen kann auch ein CCD-Chip bzw. ein Diodenarray ohne RGB-Kanäle Verwendung finden. S/W-Sensoren sind günstiger und bieten ein besseres Signal-/Rausch-Verhältnis. Zur Verbesserung der Meßergebnisse können 100 Werte gemittelt werden.

[0075] Wird eine Spektrometereinrichtung in der Detektoreinrichtung eingesetzt, können zur Bestimmung der spektralen Charakteristik der Meßfläche auch ein Teil der oder alle Strahlungsquellen gleichzeitig Strahlung emittieren.

[0076] Werden bei Einsatz einer Spektrometereinrichtung die einzelnen Strahlungsquellen nacheinander geschaltet, kann durch Vergleich von – bekanntem – Emissionsspektrum und gemessenem Detektorspektrum auf Fluoreszenzeigenschaften und dergleichen in dem zu messenden Körper rückgeschlossen werden. Dann ist eine Auswertung möglich, wie in der deutschen Patentanmeldung DE 199 62 779 A1 mit Bezug auf die Fig. 5a und 5b beschrieben.

[0077] In einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung ist in der Speichereinrichtung wenigstens ein erster vorbestimmter Schwellwert vorgesehen. Bei dem Meßvorgang wird von der Steuereinrichtung gesteuert ein Meßwert einer Sensoreinrichtung einem ersten Flächentyp zugeordnet, wenn er diesen Schwellwert übersteigt.

[0078] Ebenso kann auch ein zweiter Schwellwert vorgesehen sein, dem ein zweiter Flächentyp zugeordnet ist, so daß beispielsweise ein zweiter Meßwert unterhalb des zweiten Schwellwertes einem zweiten Oberflächentyp zugeordnet wird. Genauso können auch noch weitere Schwellwerte oder Oberflächentypen vorgesehen sein.

[0079] Dadurch wird es ermöglicht, die Oberfläche in unterschiedliche Oberflächentypen einzuteilen, was insbesondere, aber nicht nur, bei heterogen reflektierenden Oberflächen oder heterogenen Körpern von Vorteil ist.

[0080] Vorzugsweise wird von der erfindungsgemäßen Vorrichtung wenigstens eine Kenngröße der Meßfläche bestimmt. Dabei kann eine optische Kenngröße wie Glanz, Farbe, Orange Peel, Haze, Glanz, Schleier, Abbildungsschärfe, Distinction of Image (DOI) und dergleichen mehr bestimmt werden. Auch die Bestimmung mehrerer unterschiedlicher Kenngrößen und auch die Bestimmung mehrerer gleichartiger optischer Kenngrößen für unterschiedliche

Meßgeometrien und/oder Oberflächentypen ist bevorzugt.

[0081] Ebenso ist es bevorzugt, daß wenigstens eine statistische Kenngröße der Meßfläche abgeleitet wird. Beispielsweise kann eine Helligkeits-, Größen- und/oder Farbverteilung auf der zu messenden Oberfläche bestimmt werden. Es ist auch möglich, daß beispielsweise jeweils ein Kennwert für die Helligkeitsverteilung für den ersten Oberflächentyp und für den zweiten Oberflächentyp abgeleitet wird. Genauso ist es möglich, daß über unterschiedliche Meßgeometrien statistische Kennwerte, beispielsweise der Farbverteilung, bestimmt werden.

[0082] Durch Auswertung mit der Steuereinrichtung oder über einen externen Computer kann dann ein Verlauf einer statistischen oder optischen Kenngröße über die Meßgeometrie oder die unterschiedlichen Oberflächentypen erfolgen. Der externe Computer kann über eine direkte Kabelverbindung oder drahtlos angebunden sein. Möglich ist eine Verbindung über Mobiltelefon oder das Internet oder dergleichen.

[0083] In einer Weiterbildung, bei der wenigstens eine Beleuchtungseinrichtung wenigstens eine Trägereinrichtung aufweist, an der wenigstens zwei Strahlungsquellen angeordnet sind, ist es bevorzugt, daß die Trägereinrichtung von einer Motoreinrichtung bewegbar ist und vorzugsweise drehbar um eine zentrale Drehachse gestaltet ist.

[0084] Die von den jeweiligen Strahlungsquellen emittierbare Strahlung ist durch die Bewegbarkeit der Trägereinrichtung dann auf die Spalteinrichtung richtbar.

[0085] Vorzugsweise ist insbesondere bei einer bewegbaren Trägereinrichtung während der Bewegung der Trägereinrichtung von einer ersten Position in eine zweite Position in einer ersten Bewegungsrichtung ein erster Satz von Meßwerten für wenigstens einen Teil der Strahlungsquellen aufnehmbar. Für jede Strahlungsquelle können beispielsweise 200 Werte aufgenommen werden, von denen jeweils die mittleren 100 ausgewertet werden können.

[0086] Für wenigstens einen Teil des ersten Satzes der Meßwerte kann wenigstens ein erster charakteristischer Durchschnittswert und/oder wenigstens ein erster charakteristischer Abweichungswert abgeleitet werden. Über- oder unterschreitet ein charakteristischer Durchschnitts- und/oder Abweichungswert einen entsprechenden vorbestimmten oder auch wählbaren Referenzwert oder Referenzbereich, so wird von der Steuereinrichtung ein Signal ausgelöst. Dies kann z. B. bewirken, daß die Ergebnisse der aktuellen Messung verworfen werden.

[0087] Ein relativ hoher charakteristischer Abweichungswert ergibt sich beispielsweise dann, wenn während der Messung die Vorrichtung auf der Meßfläche verkippt wird. Dann gibt es beispielsweise eine erste Anzahl von Meßwerten hoher Qualität und eine zweite Anzahl von verfälschten Meßwerten. Die Abweichung der beiden Bereiche kann durch den Abweichungswert erfaßt werden, der hier außerhalb seines vorgegebenen Toleranzrahmens liegen könnte. Damit können Plausibilitätsüberprüfungen vorgenommen werden, die die Qualität und Reproduzierbarkeit der Meßergebnisse erhöhen.

[0088] Weiterhin ist es möglich, daß die Trägereinrichtung in einem zweiten Schritt von der zweiten Position in die erste Position zurück bewegt wird, während ein zweiter Satz von Meßwerten genommen wird.

[0089] Dann kann wenigstens ein zweiter charakteristischer Durchschnittswert und/oder wenigstens ein zweiter charakteristischer Abweichungswert abgeleitet werden. Durch anschließende Kontrolle des zweiten charakteristischen Durchschnitts- und/oder Abweichungswerts können dann die Meßwerte der aktuellen Messung ebenfalls insgesamt akzeptiert oder auch verworfen werden.

[0090] In einem weiteren Schritt ist es möglich, die ersten und zweiten charakteristischen Abweichungs- bzw. Durchschnittswerte miteinander zu vergleichen, um Werte einer Messung beispielsweise nur dann zu akzeptieren, wenn die Unterschiede der Abweichungs- und Durchschnittswerte in einem vorbestimmten Bereich liegen.

[0091] Bei Über- bzw. Unterschreitung eines der genannten Durchschnitts- bzw. Abweichungswerte oder Vergleichswerte kann die Ausgabe eines Signals auf einer vorzugsweise vorhandenen Ausgabereinrichtung der Vorrichtung erfolgen, so daß der Benutzer über die Abweichungen informiert wird.

[0092] Zur Erhöhung der Reproduzierbarkeit der Messungen kann eine Positionskontrollrichtung zur Positionsbestimmung der Trägereinrichtung vorgesehen sein, mit Hilfe derer beispielsweise zu Beginn jeder Messung eine vorbestimmte Anfangsposition eingestellt wird.

[0093] Mit der vorzugsweise vorhandenen Kontrollsensoreinrichtung, die vorzugsweise im Strahlengang hinter der Blendeneinrichtung angeordnet ist, kann das von einer Beleuchtungseinrichtung ausgestrahlte Licht kontrolliert oder auch gesteuert werden. Ebenso kann in Abhängigkeit von dem Signal der Kontrollsensoreinrichtung die Detektionseinrichtung und auch die Motoreinrichtung der Trägereinrichtung gesteuert werden.

[0094] Bei Beginn der Bewegung der Trägereinrichtung ist beispielsweise zunächst die emittierte Strahlung einer Strahlungsquelle abgeblockt und gelangt im wesentlichen nicht auf bzw. durch die Blendeneinrichtung. Dann sind die Strahlungsquellen typischerweise abgeschaltet.

[0095] Bewegt sich eine Strahlungsquelle auf der Trägereinrichtung dann auf die Blendeneinrichtung zu, so wird zunächst ein kleiner Anteil der emittierten Strahlung durch die Blendeneinrichtung durchtreten. Erst wenn die Trägereinrichtung sich weit genug bewegt hat, wird die durch die Blendeneinrichtung durchgetretene Strahlung ihr Maximum erreichen. Auf etwa diesem Niveau wird die Strahlungsintensität verbleiben, bis die Strahlungsquelle sich so weit bewegt hat, daß ein wieder größer werdender Teil des ausgestrahlten Lichts von der Blendeneinrichtung abgeblockt wird. So ergibt sich ein näherungsweise trapezförmiger Intensitätsverlauf über dem Bewegungsablauf einer Strahlungsquelle über der Blendeneinrichtung. Während des Bewegungsablaufs können kontinuierlich Werte aufgenommen und gespeichert werden.

[0096] Bevorzugt ist dann, daß eine Reihe von Meßwerten von der bzw. den Detektoreinrichtungen aufgenommen wird, während sich die Strahlungsintensität im oberen maximalen Intensitätsbereich befindet. Realisiert werden kann dies beispielsweise dadurch, daß während der gesamten Bewegung über die Blendeneinrichtung hinweg Meßwerte aufgenommen werden und anhand des Intensitätsverlaufs dann die mittlere oder auch maximale Hälfte für die Messung herangezogen wird (bzw. das "Dach des Trapezes").

[0097] Eine höhere Anzahl von Meßwerten kann zu einer höheren Meßgenauigkeit beitragen. Allerdings hängt die Qualität auch von der einzelnen Belichtungszeit ab, so daß bei einer insgesamt vorgegebenen Meßzeit eine Optimierung von Anzahl der Meßwerte und Belichtungszeit jeder einzelnen Messung erfolgen kann.

[0098] Die Blendeneinrichtung ist vorzugsweise langgestreckt ausgeführt und hat besonders bevorzugt eine Kreisbogensegmentform.

[0099] Vorzugsweise wird bei der Messung wenigstens ein Dunkelsignal aufgenommen, wenn kein von der Strahlungsquellen ausgestrahltes Licht durch die Blendeneinrichtung durchtritt. Durch Bestimmung und Berücksichtigung des Dunkelsignals, hervorgerufen durch eintretendes Umge-

bungs- oder auch Streulicht, und durch das elektrische Rauschen der Sensoren oder des A/D-Wandlers kann insgesamt das Meßergebnis noch verbessert werden.

[0100] In bevorzugten Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung und/oder der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist eine Anschlußeinrichtung vorgesehen, mit der die erfindungsgemäße Einrichtung bzw. Vorrichtung mit einem externen Computer oder dergleichen verbunden werden kann. Die Anschlußeinrichtung kann dabei derart gestaltet sein, daß eine konventionelle Kommunikationsverbindung über ein Kabel oder auch eine drahtlose Verbindung dazu möglich ist. Beispielsweise kann eine drahtlose Verbindung über eine Infrarot-Schnittstelle erfolgen. Weiterhin kann eine Datenverbindung über ein Telefon oder ein Mobiltelefon oder dergleichen zu einem externen Computer erfolgen.

[0101] Mit Hilfe des externen Computers, der dann über eine Point-to-Point-Verbindung oder auch über das Internet oder dergleichen mit der erfindungsgemäßen Einrichtung oder Vorrichtung verbunden ist, kann ein Datenaustausch erfolgen.

[0102] Eine direkte Point-to-Point-Verbindung über eine Telefonverbindung (Einwahl per Telefon in einen entfernten Server) bietet Sicherheitsvorteile. Andererseits können über das Internet auch verschlüsselte Daten übertragen werden.

[0103] So können die Meßergebnisse der Detektorrichtungen und/oder Kontrolleinrichtungen an die externen Computer weitergeleitet werden. Ebenso ist es möglich, daß von dem externen Computer die Informationen auf die lokale erfindungsgemäße Einrichtung oder Vorrichtung übertragen werden. Diese werden dann vorzugsweise in einer Speichereinrichtung der Steuereinrichtung abgelegt. So kann auch das Steuerungsprogramm zur Steuerung eines Belichtungs- oder Meßvorgangs aktualisiert werden.

[0104] Ebenso ist es möglich, daß so von dem externen Computer aus eine Kalibrierungs- oder auch Testprogramm der Beleuchtungseinrichtung oder Meßvorrichtung aktualisiert oder startbar ist.

[0105] Vom externen Computer kann automatisch ein Kalibrierungs- oder Analyseprogramm auf der Einrichtung bzw. Vorrichtung gestartet werden, dessen Ergebnisse lokal oder auf dem entfernten Computer ausgewertet werden können. Mit den gewonnenen Daten können beispielsweise neue Kalibrierungswerte bestimmt werden, die dauerhaft in der Vorrichtung speicherbar sind.

[0106] Bei größeren oder sonstwie auffälligen Abweichungen kann auf der Lokalvorrichtung ein Warnsignal oder -hinweis ausgegeben werden. Ebenso ist es möglich, daß bei gravierenden Mängeln die lokale Vorrichtung außer Betrieb gesetzt wird, um falsche Beleuchtungen oder Messungen zu verhindern.

[0107] Weitere Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich aus den nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispielen.

[0108] In den Figuren zeigen:

[0109] Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung;

[0110] Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung;

[0111] Fig. 3 ein drittes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

[0112] Fig. 4 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

[0113] Fig. 5 den prinzipiellen schaltungstechnischen Aufbau des Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 4;

[0114] Fig. 6 Emissionsspektren von neun ausgewählten Leuchtdioden gemäß den Ausführungsbeispielen nach Fig. 1 bis Fig. 4;

[0115] Fig. 7 eine Aufsicht auf eine Trägereinrichtung der Ausführungsbeispiele nach Fig. 3 und 4;

[0116] Fig. 8 ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung; und

[0117] Fig. 9 ein drittes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0118] Ein erstes Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Beleuchtung einer Meßfläche wird nun mit Bezug auf die Fig. 1 beschrieben.

[0119] Die insgesamt mit 1 bezeichnete Beleuchtungseinrichtung umfaßt eine Strahlungseinrichtung 2 mit einem Träger 20, an dem bis zu 16 oder mehr verschiedene Leuchtdioden 11, 12, 13 befestigt sind. Der Übersichtlichkeit halber wurden in der Darstellung gemäß Fig. 1 nur fünf Leuchtdioden in der Schnittebene eingezeichnet. Allerdings befinden sich im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 noch weitere nicht dargestellte Leuchtdioden räumlich verteilt außerhalb der Schnittebene vor und hinter den dargestellten Leuchtdioden.

[0120] Jede der Leuchtdioden 11, 12, 13 ist auf den Spalt 6 in der Blende 4 ausgerichtet, um eine hohe Intensität am Spalt zu erzielen.

[0121] Im Strahlengang vor der Blende 4 ist eine Streuscheibe 3 angeordnet, die zur Homogenisierung der durch den Spalt tretenden Strahlung dient.

[0122] Im weiteren Strahlenverlauf ist eine Linse 5 zur Aufweitung des Beleuchtungsstrahls 34 vorgesehen. Durch einen Strahlteiler 37 wird ein geringer Anteil ausgekoppelt und durch die Linse 35 auf eine Kontrollfotозelle 36 gelenkt. Mit der Kontrollzelle 36 wird die Intensität des in Richtung Meßfläche ausgestrahlten Lichts 34 kontrolliert. Über eine Steuereinrichtung 25 (vgl. Fig. 5) kann die ausgestrahlte Intensität des Strahls 34 gesteuert bzw. in Abhängigkeit vom Signal des Fotosensors 36 geregelt werden.

[0123] Ohne Streuscheibe 3 würden sich – auch bei gleichartigen Leuchtdioden 11, 12, 13 – erhebliche Unterschiede in der Beleuchtung auf der Meßfläche ergeben, da die einzelnen Lichtquellen unter unterschiedlichen Winkeln Lichtstrahlen (z. B. 21) auf den Spalt 6 der Blende 4 richten. Ohne Streuscheibe 3 würden sich dementsprechend auf der Meßfläche für jene Strahlungsquelle unterschiedliche beleuchtete Bereiche ergeben.

[0124] Durch den Einsatz der Streuscheibe 3 werden derartige Einflüsse stark vermindert, wobei der Grad der Wirkung auch von der Streuwirkung der Streuscheibe 3 abhängt. Bei typischen Transmissionen im Bereich zwischen 0,05 und 5% wird – je nach Anwendungsfall – ein völlig ausreichendes homogenes Ergebnis auf der Meßfläche erzielt, wobei sich auch dann noch unterschiedlich ausgeleuchtete Bereiche 31, 32 und 33 detektieren lassen, je nachdem, ob die Beleuchtung durch Leuchtdiode 11, 12 oder 13 hervorgerufen wurde.

[0125] Da die unterschiedlich ausgeleuchteten Orte durch die verschiedenen Leuchtrichtungen der Leuchtdioden 11, 12 und 13 etc. hervorgerufen werden, werden die Leuchtdioden zur Erzielung einer homogenen Ausleuchtung möglichst dicht beieinander angeordnet, um den Winkel zum Spalt 6 der Blende 4 klein zu halten.

[0126] Eine weitere Möglichkeit ist es, den Abstand von der Blende zu erhöhen; allerdings ist diese Maßnahme mit einer Abnahme der Lichtintensität verbunden. Es bietet sich eine Optimierung von Beleuchtungsintensität und Homogenität der ausgeleuchteten Fläche an. Eine weitere Einflußmöglichkeit auf die Homogenität liegt in der Größe des Spaltes 6 der Blende 4.

[0127] Bei dem in Fig. 2 dargestellten zweiten Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung haben gleiche Komponenten wie in dem Ausführungs-



beispiel gemäß **Fig. 1** die gleichen Bezugszeichen, so daß eine detaillierte Erörterung gleicher Komponenten hier unterbleiben kann.

[0128] Im Unterschied zum Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** sind im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 2** Halbleiterstrahlungselemente vorgesehen, die ohne Glaskörper zur Beeinflussung der Strahlausbreitung ausgeführt. Die einzelnen Strahlungsquellen **41**, **42** und **43** sind direkt auf dem Die ausgeführt und auf einem nicht-leitenden Teil des Trägers **20** befestigt.

[0129] Da die einzelnen Komponenten im wesentlichen kein Gehäuse – wie konventionelle Leuchtdioden – aufweisen, kann die Packungsdichte der einzelnen Strahlungsquellen auf dem Substrat **20** deutlich erhöht werden. Auf einer Fläche des Durchmessers von etwa 1 cm können bei einer solchen Gestaltung viele Halbleiterstrahlungsquellen angeordnet werden. Im Ausführungsbeispiel werden beispielsweise 16 oder mehr Halbleiterstrahlungsquellen vorgesehen. Es ist auch möglich, daß 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 oder noch mehr verschiedene Strahlungsquellen **41**, **42**, **43** auf dem Träger **20** angeordnet werden.

[0130] Dabei können sowohl im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** als auch in den anderen Ausführungsbeispielen die einzelnen Strahlungsquellen eine unterschiedliche spektrale Emissionscharakteristik aufweisen, wobei sich die einzelnen Spektren wenigstens abschnittsweise überlappen und insgesamt im wesentlichen der gesamte sichtbare Bereich des Spektrums abgedeckt wird.

[0131] Von der Steuereinrichtung der Beleuchtungseinrichtung können die einzelnen Leuchtdioden **11**, **12** und **13** aus **Fig. 1** oder die Halbleiterstrahlungsquellen **41**, **42** und **43** auf **Fig. 2** sowohl gleichzeitig als auch nacheinander Licht auf die zu untersuchende Meßfläche ausstrahlen. Bei nacheinander erfolgender Beleuchtung können sich die einzelnen zeitlichen Beleuchtungsabschnitte auch überlappen, so daß zeitweise zwei oder auch mehr Strahlungsquellen Licht gleichzeitig auf die zu untersuchende Oberfläche ausstrahlen.

[0132] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 2** ist eine Lichtlenkeinrichtung **55** vorgesehen, die aber ebenso Anwendung in den anderen Ausführungsbeispielen finden kann.

[0133] Die Lichtlenkeinrichtung kann als konventionelle Linse ausgeführt sein, die bei allen Lichtstrahlungselementen wirksam ist oder auch nur bei einem Teil der Lichtstrahlungselemente, wie es in **Fig. 2** mit den Strahlungselementen **42** und **43** darstellt ist.

[0134] Die Lichtlenkeinrichtung **55** ist im Ausführungsbeispiel als konventionelle Linse bzw. Linsensegment ausgeführt, die einfallende Strahlung der Strahlungselemente **42** und **43** zentral auf den Spalt **6** der Blende **4** umlenkt. Der vom Strahlungselement **43** ausgestrahlte Lichtstrahl **21** wird von der Lichtlenkeinrichtung **55** als Strahl **56** zum Spalt hin fokussiert.

[0135] Es ist auch möglich, daß Lichtlenkeinrichtungen **55** Verwendung finden, bei denen holografisch-optische Elemente und/oder Mikrolinsen eingesetzt, um gezielt Licht einzelner Strahlungselemente umzulenken.

[0136] Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** ist bei Verwendung optikloser Halbleiterstrahler im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 2** das von den einzelnen Strahlungselementen direkt emittierte Licht im Normalfall weniger stark gerichtet, weist allerdings senkrecht zur Austrittsfläche eine bevorzugte Richtung auf (in **Fig. 2** durch die Strahlrichtung **21** beim Strahlungselement **43** angedeutet).

[0137] Eine dadurch bedingte geringere Intensität kann durch die höhere Packungsdichte und einen geringeren Abstand von dem Spalt unter Umständen ausgeglichen werden,

insbesondere – aber nicht nur – wenn Lichtlenkungselemente **55** verwendet werden.

[0138] Bedingt durch die kleineren Abmessungen der einzelnen Strahlungselemente können diese dichter gepackt werden, so daß eine größere Anzahl von Strahlungselementen auf der gleichen Fläche Platz findet.

[0139] Auch bei einer Anordnung gemäß **Fig. 2** ist eine erhebliche Homogenisierung der Strahlung auf der Meßfläche über unterschiedliche Strahlungsquellen erzielbar. Wie im Anwendungsbeispiel gemäß **Fig. 1**, ist ebenfalls eine Streuscheibe **3** vorgesehen.

[0140] Mit hochsensitiven Meßgeräten ist aber auch bei einer Anordnung gemäß **Fig. 2** eine Abhängigkeit der beleuchteten Fläche auf dem zu messenden Körper in Abhängigkeit vom Licht ausstrahlenden Element feststellbar. Wie beim Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 1** kann hier eine Optimierung von Geometrie der Anordnung und Streuwirkung der Streuscheibe erfolgen.

[0141] Bei dem Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 3** sind gleiche Komponenten wie in den vorhergehenden Ausführungsbeispielen ebenfalls mit gleichen Bezugsziffern versehen.

[0142] Die Strahlungseinrichtung **2** der Beleuchtungseinrichtung **1** ist im Ausführungsbeispiel nach **Fig. 3** drehbar ausgeführt. Auf einer Trägerplatte **20**, die um eine zentrale Achse **22** drehbar mit einem Schrittmotor **23** verbunden ist, sind über einen Winkelbereich von 270° 16 unterschiedliche Leuchtdioden angeordnet. Alle Leuchtdioden befinden sich vorzugsweise in einem konstanten radialen Abstand von der Drehachse. Durch Drehung der Trägerplatte **20** können sämtliche 16 im Ausführungsbeispiel vorgesehenen Leuchtdioden **11**, **12** zentral über dem Spalt **6** der Blende **4** angeordnet werden. Die Blende **4** hat etwa Maße von 1 × 3 mm.

[0143] So ergibt sich bei jeder der Leuchtdioden **11**, **12** in einer geeigneten Winkelposition eine ausgeleuchtete Fläche **31** auf der zu messenden Oberfläche. Das Lichtmuster unterscheidet sich dabei von Leuchtdiode zu Leuchtdiode im wesentlichen nur durch Intensität und Beleuchtungsspektrum, aber nicht in der Form.

[0144] Bei der Beleuchtung einer zu messenden Oberfläche kann durch den Schrittmotor **23** der Strahlungseinrichtung **2** jede einzelne Leuchtdiode **11**, **12** etc. nacheinander in Position gebracht werden, so daß bei einer Drehung um maximal 360° jede der Leuchtdioden Strahlung auf die zu untersuchende Oberfläche emittieren kann.

[0145] Da zur Messung jede Leuchtdiode **11**, **12** durch einfache Drehung der Trägerplatte **20** in Bezug auf den Spalt **6** der Blende **4** ausgerichtet wird, kann die Streuscheibe **3** im Unterschied zu den vorhergehenden Ausführungsbeispielen – bei gleicher oder höherer Ausleuchtungsqualität – eine erheblich höhere Transmission aufweisen, da unterschiedliche Strahlungsrichtungen von der Streuscheibe nicht so stark homogenisiert werden müssen. Im diesem Ausführungsbeispiel ergeben sich Transmissionswerte, die um einen Faktor von etwa 10 oder sogar mehr größer liegen als in den vorangegangenen Ausführungsbeispielen, während die Homogenität der Ausleuchtung des Lichtflecks auf der zu messenden Oberfläche sogar steigt.

[0146] Während für typische Anwendungsfälle bei der Beurteilung von Oberflächen im Automobilbereich beispielsweise eine Streuscheibe mit einer Transmission von 0,2% bei den Ausführungsbeispielen gemäß **Fig. 1** und **2** Verwendung findet, kann die Transmission auf etwa 2% im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 3** erhöht werden. Daraus resultiert eine erheblich höhere Beleuchtungsintensität von einem Faktor 5 bis zu einem Faktor von etwa 15, die zu einem besseren Signal-/Rausch-Verhältnis und auch einer besseren Qualität der Meßergebnisse führt.



[0147] Ein weiterer Vorteil ist, daß die Interoperabilität verschiedener Beleuchtungsgeräte erhöht wird. Dies liegt unter anderem daran, daß der Justageaufwand der Leuchtdioden beim Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 3** geringer ist als bei den vorangegangenen Ausführungsbeispielen, so daß eine typische Abweichung geringer ist: Systembedingt strahlen die Lichtquellen auf den Spalt.

[0148] Auf dem Trägerad **20** der Beleuchtungseinrichtung nach **Fig. 3** können die Leuchtdioden auch derart montiert sein, daß ihre optischen Achsen einen Winkel zur Drehachse aufweisen. Beispielsweise können die Leuchtdioden auch auf dem äußeren Umfang der Trägerscheibe angeordnet werden und tangential oder radial oder dergleichen Strahlung nach außen emittieren. Dann sollte die Drehachse der Trägereinrichtung senkrecht zur optischen Achse der Strahlungsquellen ausgerichtet werden.

[0149] Aber auch eine kegelförmige Anordnung ist möglich, bei der die Leuchtdioden z. B. unter einem Winkel von 45° zur Drehachse der Trägereinrichtung Licht ausstrahlen.

[0150] In **Fig. 4** ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung **50** dargestellt, die hier als Glanzmeßgerät ausgeführt ist.

[0151] Das Glanzmeßgerät **50** weist ein Gehäuse auf, in dessen Boden eine Gehäuseöffnung **51** angeordnet ist. Eine Beleuchtungseinheit **1** ist vorgesehen, um Licht auf die Meßfläche **9** unter einem Winkel **7** zu strahlen. Das von der Meßfläche in einem Winkelbereich um den Winkel **8**, der im Ausführungsbeispiel ebenso wie Winkel **7** 45° beträgt, reflektierte Licht wird von einer Detektoreinheit **15** aufgenommen. Im Detektortubus **15** ist eine Linse **14** angeordnet, die das von der Oberfläche aufgenommene Licht auf den Fotodetektor **16** bündelt, der im Anwendungsbeispiel als zweidimensionaler CCD-Chip ausgeführt ist.

[0152] Im Anwendungsbeispiel ist ein monochromer Sensor vorgesehen; es kann allerdings auch ein Farb-CCD-Chip oder dergleichen Verwendung finden.

[0153] Die Beleuchtungseinheit **1** umfaßt eine Strahlungseinrichtung **2**, die im Anwendungsbeispiel gemäß **Fig. 4** im wesentlichen so wie die Beleuchtungseinrichtung aus dem Anwendungsbeispiel gemäß **Fig. 3** ausgebildet ist. Gleiche Komponenten sind wiederum mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0154] Die Beleuchtungseinheit **1** weist eine drehbare Leuchtdiodenträgerscheibe auf, auf der Leuchtdioden **11, 12** etc. angeordnet sind.

[0155] Die drehbare Trägerscheibe **20** ist in **Fig. 7** dargestellt. In der Trägerscheibe **20** sind Aufnahmen für 16 Leuchtdioden vorgesehen. Die Leuchtdioden sind auf einem Kreis um die zentrale Drehachse **22** der Trägerscheibe **20** angeordnet und weisen einen Winkelabstand von 15° zueinander auf. Somit ergibt sich ein Winkelbereich von etwa 240° bei 16 und 270° bei 18 Leuchtdioden, während auf einem Winkelbereich von etwa 90° keine Leuchtdioden angeordnet sind.

[0156] In diesem Bereich sind zwei Endschalter **46, 47** vorgesehen, die bei Erreichen ein Endsignal auslösen. Die Endschalter können konventionell als mechanische Schalter ausgeführt sein; es können allerdings auch optische Lichtschranken oder dergleichen eingesetzt werden. Ebenso ist es möglich, daß nur ein Endschalter für beide Drehrichtungen vorgesehen ist.

[0157] Mit den Endschaltern **46, 47** ist bei Beginn jeder Messung oder in ausgewählten oder auswählbaren Meß- oder Zeitintervallen eine Kalibrierung des Nullpunkts möglich.

[0158] Zur Messung wird die Trägerscheibe **20** der Strahlungseinrichtung **2** gedreht, bis z. B. die Leuchtdiode **11** entlang der optischen Achse ausgerichtet ist. Das von Leuchtdiode **11** emittierte Licht trifft auf die Streuscheibe **3** und wird

(bezüglich der örtlichen Verteilung) durch die Streuscheibe, die wie im vorhergehenden Anwendungsbeispiel eine Transmission von etwa 2% aufweist, homogenisiert. Das durch den Spalt **6** der Blende **4** austretende Licht wird von der Linse **5** parallelisiert und trifft auf die Meßfläche **9**. In anderen Ausführungsbeispielen kann die Linse **5** auch zur Fokussierung auf die Meßfläche dienen.

[0159] Während die Leuchtdiode **11** Licht ausstrahlt, nimmt der Detektor **16** einen Teil des reflektierten Lichtes auf, und die Meßergebnisse werden im Speicher **28** der Steuereinrichtung **25** gespeichert. Die Steuereinrichtung **25** weist eine Prozessoreinrichtung **24** auf, die über ein im Speicher **28** abgelegtes Programm den Meßablauf steuert. Eine Interaktion mit dem Benutzer ist über die Eingabe **29** und die Ausgabe in Form eines Displays **30** auf dem Gerät möglich.

[0160] Eine Schnittstelle **19** dient zur Verbindung mit einem externen Computer **26** über eine Datenleitung **18**. Die Datenverbindung kann auch drahtlos und/oder über das Internet erfolgen. Durch Verbindungsaufnahme mit z. B. dem Hersteller des Geräts kann ein automatischer oder interaktiver Test oder eine Kalibrierung des Gerätes erfolgen, wobei entsprechende Test- und Kalibrierungsergebnisse oder Korrekturwerte dann vorzugsweise auch in dem Gerät gespeichert werden. Auch eine Übertragung der Meßdaten beim Einsatz in der Produktion ist so zu einem externen oder Zentralrechner möglich, so daß während die Messung noch erfolgt, die Meßergebnisse schon automatisch im Produktionseinsatz ausgewertet und berücksichtigt werden können.

[0161] Neben der gezeigten Geometrie, 45°-Ausleuchtung und 45°-Detektion ist insbesondere auch eine Geometrie von 0°, d. h. senkrecht zur Oberfläche, zur Ausleuchtung und 45° zur Detektion und umgekehrt möglich. Die 0°/45°-Geometrie wird insbesondere bei der Farbmessung als Standard verwendet. Mit der erfindungsgemäßen Beleuchtungseinrichtung können viele Strahlungsquellen unterschiedlicher Wellenlänge bei Einsatz eines monochromen Sensors verwendet werden, um genaue Farbmessungen durchzuführen. Die dazu verwendeten Formeln und mathematischen Anleitungen sind schon in der deutschen Patentanmeldung DE 44 34 168 A1 beschrieben, deren Inhalt, und insbesondere die S. 1 bis 12, hiermit auch zum Gegenstand der vorliegenden Anmeldung gemacht wird.

[0162] Des weiteren kann die in **Fig. 4** dargestellte Vorrichtung auch eine Detektoreinrichtung oder Beleuchtungseinrichtung aufweisen, die unter 5°, 20°, 30°, 60° oder 85° zur Meßfläche ausgerichtet ist.

[0163] Ein Meßzyklus dauert etwa 0,5 bis 5 Sekunden (typisch 3 Sekunden). Zur Messung kann auch jeweils der Peak für jede Strahlungsquelle durch Drehung gesucht werden. Anschließend kann bei Stillstand jeweils eine Serie von Werten aufgenommen werden, die dann anschließend ausgewertet wird.

[0164] In **Fig. 6** sind neun spektrale Emissionscharakteristiken verschiedener Leuchtdioden **11, 12** etc. beispielhaft dargestellt. In dem Ausführungsbeispiel werden 16 Leuchtdioden mit unterschiedlichen spektralen Emissionsverhalten eingesetzt. Es ist allerdings auch möglich, eine geringere oder höhere Anzahl unterschiedlicher Leuchtdioden oder Halbleiterstrahlungsquellen einzusetzen.

[0165] In **Fig. 8** ist ein weiteres Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Meßvorrichtung **60** dargestellt. Die Beleuchtungseinheit **1** ist entsprechend dem Ausführungsbeispiel nach **Fig. 3** gestaltet. Die Trägerscheibe der Leuchtdioden **20** ist um eine Drehachse **22** drehbar gelagert.

[0166] Auf der Trägerscheibe sind Leuchtdioden **11, 12** etc. angeordnet, die durch Drehung in die optische Achse bewegbar sind. Das von der Leuchtdiode **11** (in der Position

gemäß **Fig. 8**) ausgestrahlte Licht trifft auf den Diffusor bzw. die Streuscheibe **3**.

[0167] Das durch den Spalt **6** der Blende **4** durchtretende Licht wird teilweise von einem Kontrollsensor **36** erfaßt. Der Kontrollsensor **36** ist hier in diesem Ausführungsbeispiel als Kleinspektrometer ausgeführt und kontrolliert das emittierte Spektrum. Das auf die Meßfläche **9** ausgestrahlte Licht wird in unterschiedliche Raumwinkel reflektiert. Unter verschiedenen Winkeln sind Detektoreinrichtungen **62**, **63** und **64** vorgesehen, die das in die jeweilige Richtung reflektierte Licht aufnehmen.

[0168] In diesem Ausführungsbeispiel sind die Detektoren **62**, **63** ebenfalls als Spektrometer ausgeführt, denen das Licht über Lichtleiter zugeführt wird. Die Vorrichtung **60** weist Halteeinrichtungen **61** auf, die sich in einem Halbkreis senkrecht über der Meßfläche im Winkelabstand **65** befinden. Im gewählten Beispiel ist der Winkelabstand **65** der Halteeinrichtungen  $5^\circ$ . So ist in  $5^\circ$ -Abständen die Detektion des reflektierten Lichts möglich. Ebenso ist es möglich, daß mehr als drei Detektoren eingesetzt werden, wobei einzelne Detektoren auch von einer Position zu einer weiteren gebracht werden können.

[0169] Weiterhin sei darauf hingewiesen, daß ebenso wie im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 4** auch im Ausführungsbeispiel gemäß **Fig. 8** eine Beleuchtungseinrichtung gemäß der **Fig. 1** oder **2** Verwendung finden kann.

[0170] Ein weiteres Ausführungsbeispiel wird nun mit Bezug auf **Fig. 9** beschrieben.

[0171] Das in **Fig. 9** perspektivisch dargestellte Meßgerät **120** weist einen ersten Teilrahmen bzw. Meßkreis **121** auf, der sich halbkreisförmig über der Meßfläche **9** erstreckt. In dem Meßkreis **120** ist eine Vielzahl von Halteeinrichtungen in Form von Bohrungen **123** vorgesehen.

[0172] Wenigstens eine der Beleuchtungseinrichtungen aus den **Fig. 1** bis **3** ist vorgesehen, um Licht durch eine der Öffnungen **123** auf die Meßfläche **9** zu strahlen.

[0173] In weiteren Bohrungen **123** sind Detektoreinheiten oder Lichtleiter einführbar, die das jeweilig aufgenommene Licht dann zu einem Sensor leiten.

[0174] Werden Detektoreinheiten in die Bohrung **123** eingesetzt, so können diese mit einem zweidimensionalen CCD-Sensor versehen sein, um jeweils ein zweidimensionales Abbild der Oberfläche aufzunehmen.

[0175] Der Winkelabstand von einer Bohrung **123** zu einer nächsten Bohrung **123** ist im dargestellten Ausführungsbeispiel fest und beträgt  $5^\circ$ . Es sei allerdings darauf hingewiesen, daß auch andere Winkelabstände, wie  $2,5^\circ$  oder  $3^\circ$  oder  $10^\circ$  oder dergleichen möglich sind. Es kann auch sein, daß nicht über den gesamten Winkelbereich von  $180^\circ$  des Halbkreises Bohrungen vorgesehen sind, sondern nur in einem oder mehreren Winkelbereichen.

[0176] Weiterhin erfaßt das erfindungsgemäße Gerät **120** einen zweiten Meßkreis **122**, der im Ausführungsbeispiel unter  $45^\circ$  zu einer Ebene durch den ersten Meßkreis und zur Meßebene ausgerichtet ist. Der Winkel kann allerdings auch andere Werte und insbesondere  $10^\circ$ ,  $15^\circ$ ,  $20^\circ$ ,  $25^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $60^\circ$  oder  $75^\circ$  betragen. Das von der Beleuchtungseinrichtung ausgestrahlte Licht kann von einer Vielzahl von Detektoreinrichtungen aufgenommen werden, die im Halbraum über der Meßfläche verteilt angeordnet sind. So können visuelle Eigenschaften des Meßkörpers in dreidimensionaler Hinsicht vermessen werden, was insbesondere bei strukturierten Oberflächen von Vorteil ist. Ebenso ist eine 3-D-Messung bei Körpern vorteilhaft, die Materialeinschlüsse in Form von Flakes oder dergleichen aufweisen. Durch die Messung über einer Vielzahl von Winkeln ist eine statistische Auswertung von Farbeindruck, Glanz etc. möglich.

[0177] Werden die Messungen ortsauflösend durchge-

führt, können die Werte für die unterschiedlichen Oberflächentypen separat bestimmt werden, so daß beispielsweise ein Kennwert für eine Farbe eines Materialeinschlusses bestimmt wird und ein Kennwert für die Farbe der restlichen Oberfläche ohne Materialeinschluß.

[0178] Für die weitere Ausgestaltung und Durchführung von Messungen mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung bei heterogen reflektierenden Körpern wird auf den Inhalt der deutschen Patentanmeldung Aktenzeichen 101 22 917 der Anmelderin verwiesen, wobei insbesondere der Inhalt der S. 1 bis 55 der Beschreibung und der **Fig. 1** bis **12** auch zum Gegenstand der vorliegenden Patentanmeldung gemacht wird.

#### Patentansprüche

1. Beleuchtungseinrichtung zur Beleuchtung einer Meßfläche mit:

wenigstens einer Strahlungseinrichtung mit wenigstens zwei Strahlungsquellen;

wenigstens einer Blendeneinrichtung;

wenigstens einer Streueinrichtung, welche im Strahlengang angeordnet ist;

wobei die von den Strahlungsquellen emittierbare Strahlung auf die Blendeneinrichtung richtbar ist

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahl der Strahlungsquellen dieser Strahlungseinrichtung einer Gruppe von Zahlen entnommen ist, welche die Zahlen **3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 28** oder dergleichen mehr umfaßt.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 und/oder nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Strahlungsquellen unterschiedliche spektrale Charakteristiken aufweisen

4. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß von wenigstens einer der wenigstens einen Strahlungseinrichtung Strahlung im gesamten sichtbaren Bereich des Spektrums ausstrahlbar ist.

5. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Strahlungsquelle einer Gruppe von Strahlungsquellen entnommen ist, welche thermische Strahlungsquellen, Halbleiterstrahlungsquellen und Leuchtdiodeneinrichtungen und dergleichen mehr umfaßt.

6. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Steuereinrichtung vorgesehen ist

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß durch diese Steuereinrichtung die Strahlungseinrichtung derart steuerbar ist, daß wenigstens zwei Strahlungsquellen zeitlich nacheinander Strahlung aussenden

8. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß durch diese Steuereinrichtung die Strahlungseinrichtung derart steuerbar ist, daß wenigstens zwei Strahlungsquellen im wesentlichen gleichzeitig Strahlung aussenden.

9. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß im Strahlengang zwischen wenigstens einer Strahlungsquelle und der Blendeneinrichtung wenigstens eine Lichtlenkeinrichtung vorgesehen ist.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Lichtlenkeinrichtung wenigstens ein Lichtlenkelement umfaßt, welches einer Gruppe von Lichtlenkelementen entnommen ist,

welche Linsenelemente, Mikrolinsenelemente, Mikrolinsenarrays, beugende Elemente, Gitterelemente, Volumengitterelemente, holographische optische Elemente und dergleichen mehr umfaßt.

11. Einrichtung nach wenigstens einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei Strahlungsquellen an einer gemeinsamen Trägereinrichtung angeordnet sind.

12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsquellen an der Trägereinrichtung derart angeordnet sind, daß die emittierbare Strahlung auf die Blendeneinrichtung gerichtet ist.

13. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsquellen als Silizium-Chips vorliegen und benachbart auf der Trägereinrichtung angeordnet sind.

14. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägereinrichtung bewegbar ist.

15. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 11 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsquellen an der Trägereinrichtung derart angeordnet sind, daß die jeweils emittierbare Strahlung im wesentlichen nur einzeln auf die Blendeneinrichtung richtbar ist.

16. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß eine Motoreinrichtung zur steuerbaren Bewegung der Trägereinrichtung vorgesehen ist, welche einer Gruppe von Motoreinrichtungen entnommen ist, welche elektrische Motoreinrichtungen und Schrittmotoreinrichtungen und dergleichen mehr umfaßt.

17. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß diese Trägereinrichtung wenigstens über einen Winkelbereich drehbar ist.

18. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß Schleifkontakt-einrichtungen an der Trägereinrichtung vorgesehen sind, um elektrische Leistung zu den Strahlungsquellen zu übertragen.

19. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß eine Positions-kontrolleinrichtung zur Positionsbestimmung der Trägereinrichtung vorgesehen ist.

20. Einrichtung nach mindestens einem vorhergehenden Ansprüche, daß eine Kontrollsensoreinrichtung vorgesehen ist, welche einen Teil der emittierten Strahlung aufnimmt und wenigstens ein Kontrollsensorm-signal ausgibt.

21. Einrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontrollsensoreinrichtung im Strahlengang hinter der Blendeneinrichtung angeordnet ist.

22. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 20 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung die Motoreinrichtung in Abhängigkeit von dem Kontrollsensorm-signal steuert.

23. Vorrichtung zur Bestimmung der Eigenschaften von reflektierenden Körpern mit:  
wenigstens einer ersten optischen Einrichtung, welche als Beleuchtungseinrichtung ausgeführt ist, und mit welcher Licht auf eine Meßfläche ausstrahlbar ist;  
wobei wenigstens diese erste optische Einrichtung wenigstens eine Blendeneinrichtung und wenigstens eine Streueinrichtung, welche im Strahlengang angeordnet ist, aufweist, wobei diese erste optische Einrichtung wenigstens eine Strahlungseinrichtung mit wenigstens zwei Strahlungsquellen umfaßt, wobei die von den we-

nigstens zwei Strahlungsquellen emittierbare Strahlung auf die Blendeneinrichtung richtbar ist;

wenigstens einer zweiten optischen Einrichtung, welche als Detektoreinrichtung ausgeführt ist, und mit welcher das von der Meßfläche reflektierte Licht erfaßbar ist;

wobei von dieser Detektoreinrichtung wenigstens ein Meßwert ausgebbbar ist, welcher für wenigstens einen Teil des aufgenommenen Lichts charakteristisch ist;

wenigstens einer Speichereinrichtung;  
wenigstens einer Steuereinrichtung zur Steuerung des Meßablaufs;

wobei wenigstens eine Kenngröße bestimmbar ist, welche diese Meßfläche charakterisiert.

24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens diese erste und wenigstens diese zweite optische Einrichtung jeweils in einem vorbestimmten Azimutwinkel und im wesentlichen unter jeweils einem vorbestimmten Höhenwinkel zu dieser Meßfläche angeordnet sind.

25. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 23 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Summe der Anzahl von Detektoreinrichtungen und der Anzahl der Beleuchtungseinrichtungen drei, vier, fünf oder mehr beträgt.

26. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 24 bis 25, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine dritte optische Einrichtung außerhalb einer ersten Meße-bene angeordnet ist, welche durch die erste optische Einrichtung, die zweite Detektoreinrichtung optische Einrichtung und die Meßfläche verläuft.

27. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 23 bis 26, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine dieser wenigstens einen Detektoreinrichtung in Reihen und/oder Spalten angeordnete Sensoreinrichtungen aufweist.

28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens einem Teil der Sensoreinrichtungen jeweils ein unterschiedlicher Meßort auf dieser Meßfläche zugeordnet ist.

29. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 23 bis 28, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Detektoreinrichtung spektral unterschiedlich empfindliche Sensoreinrichtungen umfaßt.

30. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 23 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Detektoreinrichtung wenigstens eine Spektrometereinrichtung umfaßt, so daß eine spektrale Charakteristik des aufgenommenen Lichts erfaßbar ist.

31. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 29 bis 30, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung die spektralen Sensorsignale auswertet und unter Berücksichtigung der spektralen Eigenschaften der Strahlungseinrichtung Fluoreszenzeffekte der zu messenden Oberfläche bestimmt.

32. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 23 bis 31, daß in dieser Speichereinrichtung wenigstens ein erster vorbestimmter Schwellwert vorgesehen ist; wobei mit dieser Steuereinrichtung ein Meßvorgang derart steuerbar ist, daß ein Meßwert einer Sensoreinrichtung einem ersten Flächentyp zugeordnet wird, wenn er diesen ersten Schwellwert übersteigt.

33. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 23 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine dieser wenigstens einen Kenngröße aus einer Gruppe von Kenngrößen entnommen ist, welche optische Kenngrößen wie Glanz, Farbe, Orange Peel, Haze, Glanzschleier, Abbildungsschärfe, distinction of

image und dergleichen mehr und statistische Kenngrößen wie Helligkeits-, Größen- und Farbverteilung und dergleichen mehr umfaßt.

34. Vorrichtung nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens zwei oder mehr unterschiedliche Kenngrößen dieser Meßfläche bestimmbar sind.

35. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 23 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß für wenigstens zwei oder mehr unterschiedliche Meßgeometrien jeweils wenigstens eine Kenngröße bestimmbar sind, wobei ein Meßgeometrie charakteristisch für den jeweiligen Beleuchtungswinkel und den jeweiligen Meßwinkel ist.

36. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß über eine Vielzahl von wenigstens zwei Meßgeometrien eine statistische Verteilung wenigstens einer statistischen Kenngröße und/oder optischen Kenngröße wenigstens eines Flächentyps ableitbar ist.

37. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 23 bis 36, dadurch gekennzeichnet, daß die erste optische Einrichtung eine Trägereinrichtung aufweist, an welcher wenigstens zwei Strahlungsquellen angeordnet sind.

38. Vorrichtung nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, daß die Trägereinrichtung durch eine Motoreinrichtung bewegbar ist.

39. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 37 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß durch Bewegung der Trägereinrichtung die von wenigstens zwei Strahlungsquellen jeweils emittierte Strahlung im wesentlichen nur nacheinander auf die Blendeneinrichtung richtbar ist.

40. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 37 bis 39, dadurch gekennzeichnet, daß diese Trägereinrichtung wenigstens über einen Winkelbereich drehbar ist, wobei die Strahlungsquellen vorzugsweise unter vorbestimmten Winkelabständen auf einem Kreis um eine Drehachse angeordnet sind.

41. Vorrichtung nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, daß ein Meßvorgang von dieser Steuereinrichtung derart steuerbar ist, daß bei einer Drehung der Trägereinrichtung von einer ersten Position in eine zweite Position in einer ersten Drehrichtung für wenigstens einen Teil der Strahlungsquellen ein erster Satz Meßwerte aufgenommen wird.

42. Vorrichtung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß für wenigstens den ersten Satz Meßwerte wenigstens ein erster charakteristischer Durchschnittswert und wenigstens ein erster charakteristischer Abweichungswert gebildet wird, wobei ein erster charakteristischer Abweichungswert größer als ein vorbestimmter Abweichungswert ein Alarmsignal auslöst.

43. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 41 bis 42, dadurch gekennzeichnet, daß ein Meßvorgang von dieser Steuereinrichtung derart steuerbar ist, daß bei einer Drehung der Trägereinrichtung zurück von der zweiten in die erste Position in der umgekehrten Drehrichtung für wenigstens den gleichen Teil der Strahlungsquellen ein zweiter Satz Meßwerte aufgenommen wird.

44. Vorrichtung nach Anspruch 43, dadurch gekennzeichnet, daß für den zweiten Satz Meßwerte wenigstens ein zweiter charakteristischer Durchschnittswert und wenigstens ein zweiter charakteristischer Abweichungswert gebildet wird, wobei ein zweiter charakteristischer Abweichungswert größer als ein vorbestimmter Wert ein Alarmsignal auslöst.

45. Vorrichtung nach Anspruch 44, dadurch gekennzeichnet,

dadurch gekennzeichnet, daß ein Unterschied des ersten und des zweiten charakteristischen Durchschnittswertes größer als ein vorbestimmter Unterschiedswert ein Alarmsignal auslöst.

46. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 23 bis 45, dadurch gekennzeichnet, daß eine Positionskontrolleinrichtung zur Positionsbestimmung der Trägereinrichtung vorgesehen ist,

47. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 23 bis 46, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kontrollsensoreinrichtung vorgesehen ist, welche einen Teil der emittierten Strahlung aufnimmt und wenigstens ein Kontrollsensordesignal ausgibt, wobei vorzugsweise die Kontrollsensoreinrichtung im Strahlengang hinter der Blendeneinrichtung angeordnet ist.

48. Vorrichtung nach Anspruch 47, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung die Motoreinrichtung in Abhängigkeit von dem Kontrollsensordesignal steuert.

49. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 47 bis 48, daß die Steuereinrichtung eine Belichtungszeit der Detektoreinrichtung in Abhängigkeit von dem Kontrollsensordesignal steuert.

50. Vorrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 38 bis 49, daß bei Bewegung über die Blendeneinrichtung die Steuereinrichtung die Detektoreinrichtung derart steuert, daß eine vorbestimmte Anzahl an Meßwerten aufgenommen wird.

51. Verfahren zur Bestimmung der Eigenschaften von reflektierenden Körpern unter Verwendung einer Vorrichtung mit:

wenigstens einer ersten optischen Einrichtung, welche als Beleuchtungseinrichtung ausgeführt ist, und mit welcher Licht auf eine Meßfläche ausstrahlbar ist;

wobei wenigstens diese erste optische Einrichtung wenigstens eine Blendeneinrichtung und wenigstens eine Streueinrichtung umfaßt, welche im Strahlengang angeordnet ist, und wobei wenigstens diese erste optische Einrichtung wenigstens eine Strahlungseinrichtung mit wenigstens zwei Strahlungsquellen umfaßt, wobei die von den wenigstens zwei Strahlungsquellen emittierbare Strahlung auf die Blendeneinrichtung richtbar ist;

wenigstens einer zweiten optischen Einrichtung, welche als Detektoreinrichtung ausgeführt ist;

wenigstens einer Speichereinrichtung;

wenigstens einer Steuereinrichtung zur Steuerung des Meßablaufs;

wobei von wenigstens einer Strahlungsquelle Strahlung auf die Blendeneinrichtung gerichtet und auf die Meßfläche gestrahlt wird;

wobei die Detektoreinrichtung wenigstens einen Teil des von der Meßfläche reflektierten Lichts erfaßt und wenigstens einen Meßwert ausgibt, welcher für wenigstens einen Teil des aufgenommenen Lichts charakteristisch ist; und

wobei die Steuereinrichtung durch eine in der Speichereinrichtung abgelegte Befehlsfolge wenigstens eine Kenngröße bestimmt, welche wenigstens einen Teil der Meßfläche charakterisiert

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

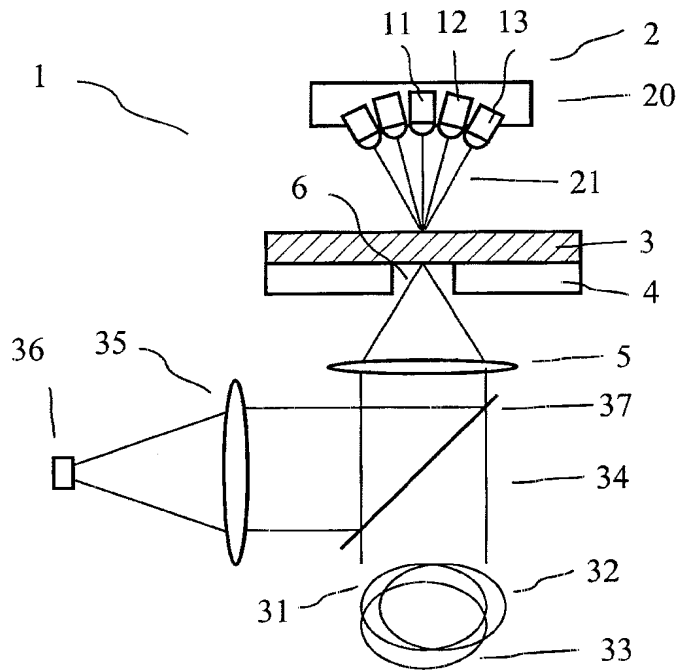


Fig. 1

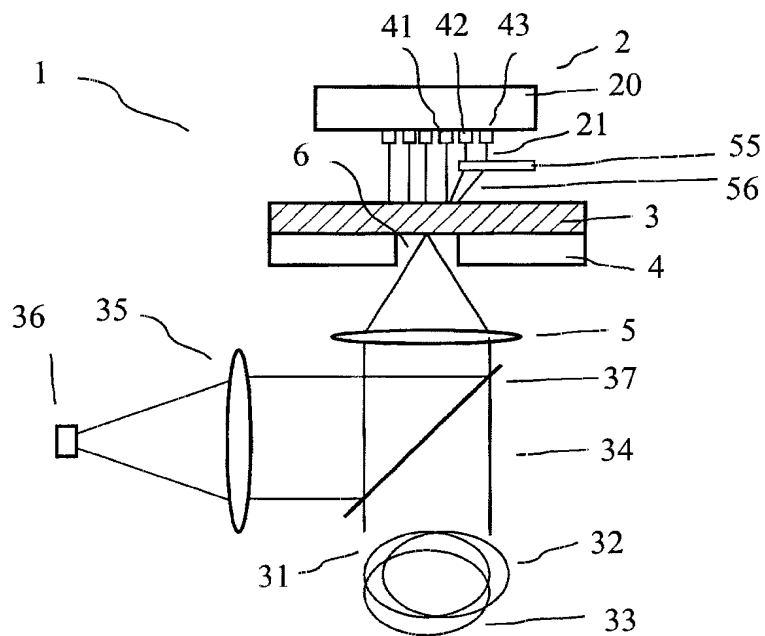


Fig. 2



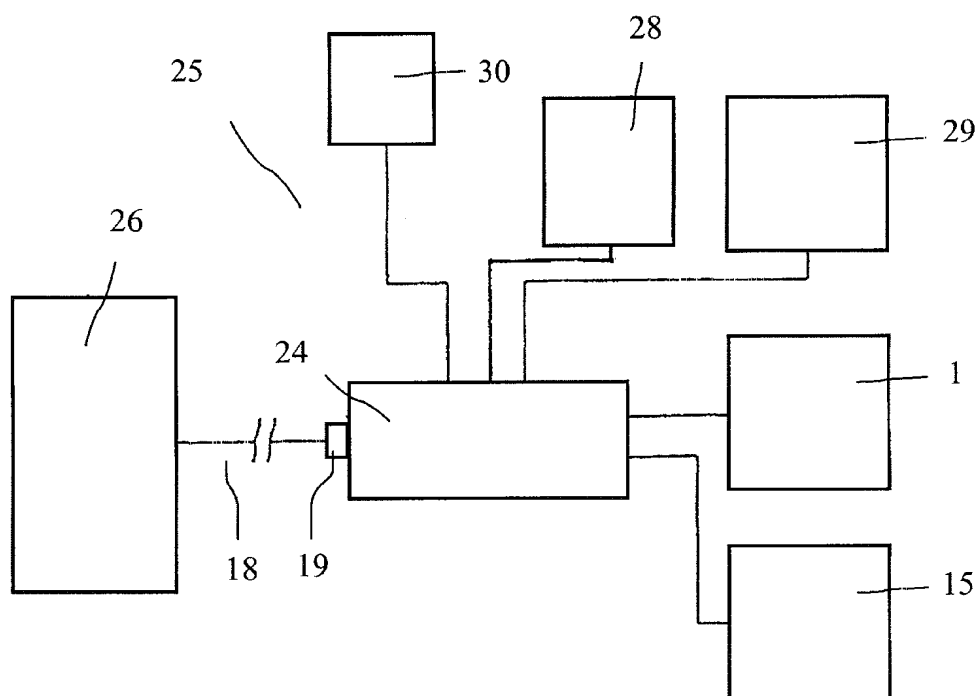


Fig. 5

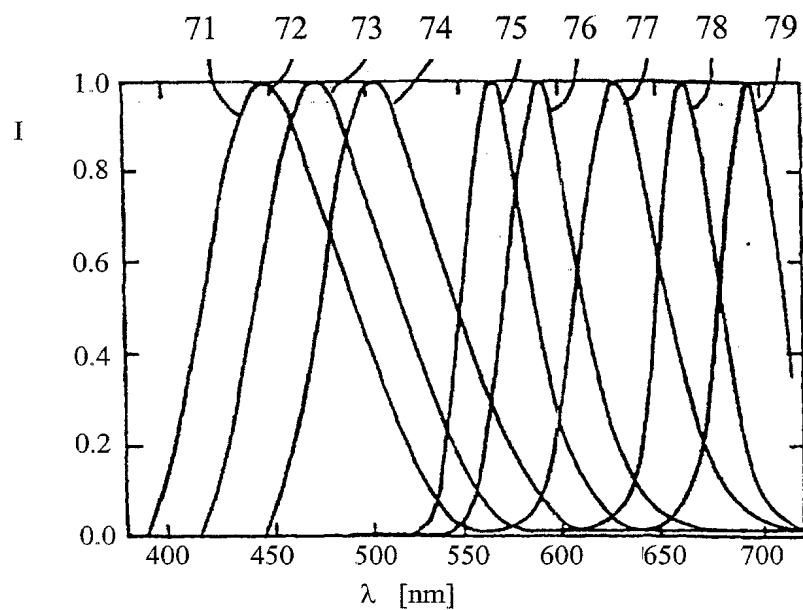


Fig. 6



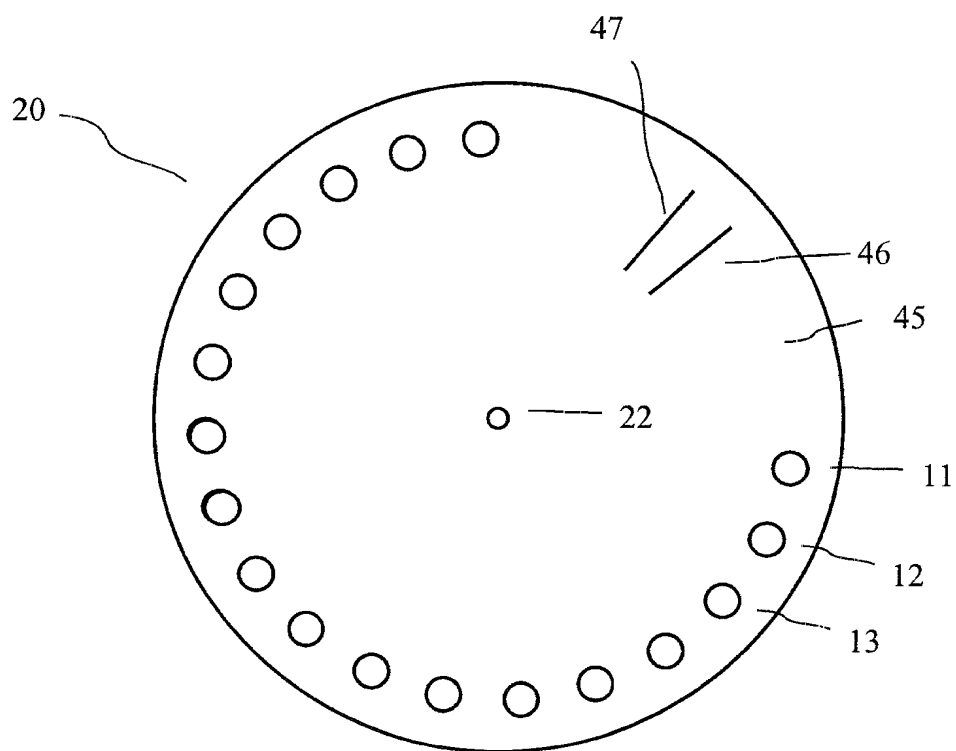


Fig. 7

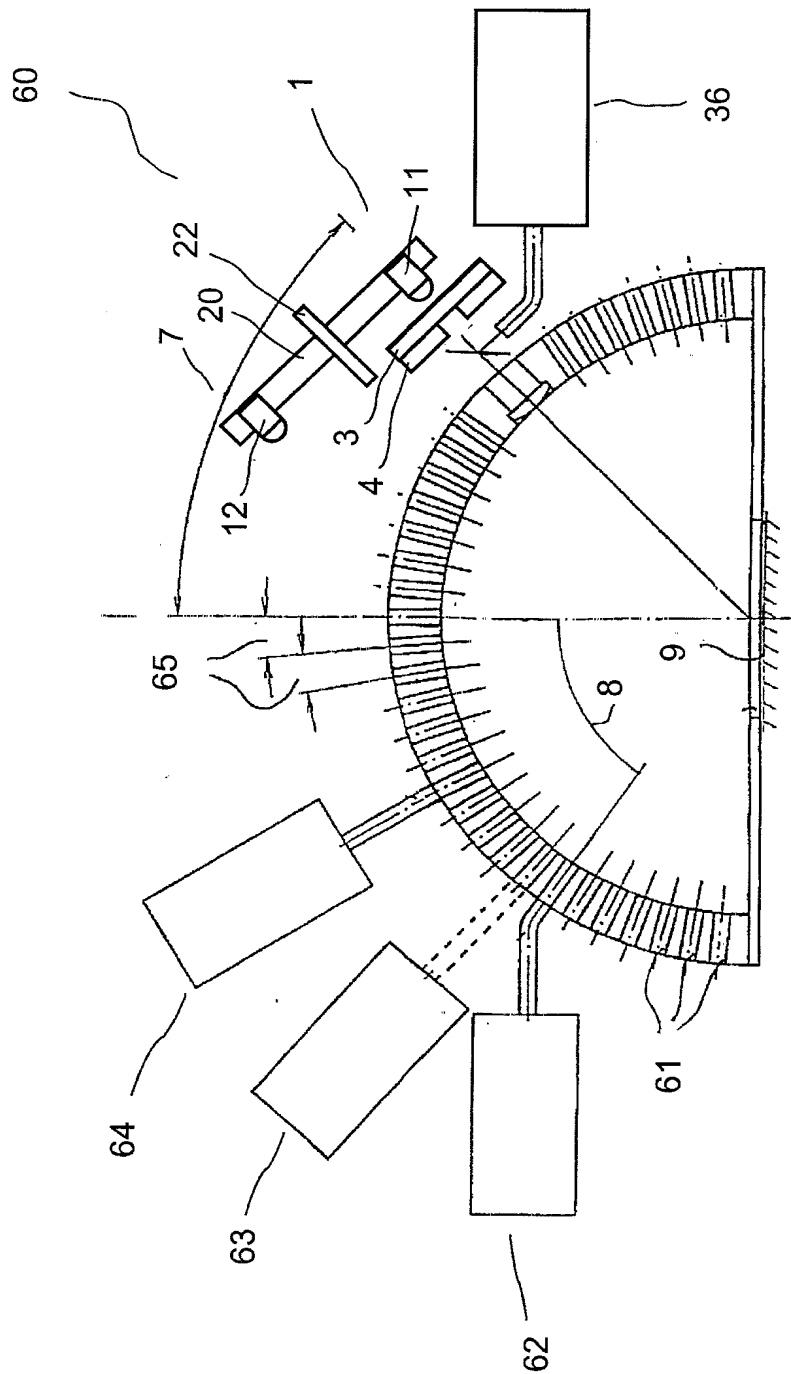


Fig. 8

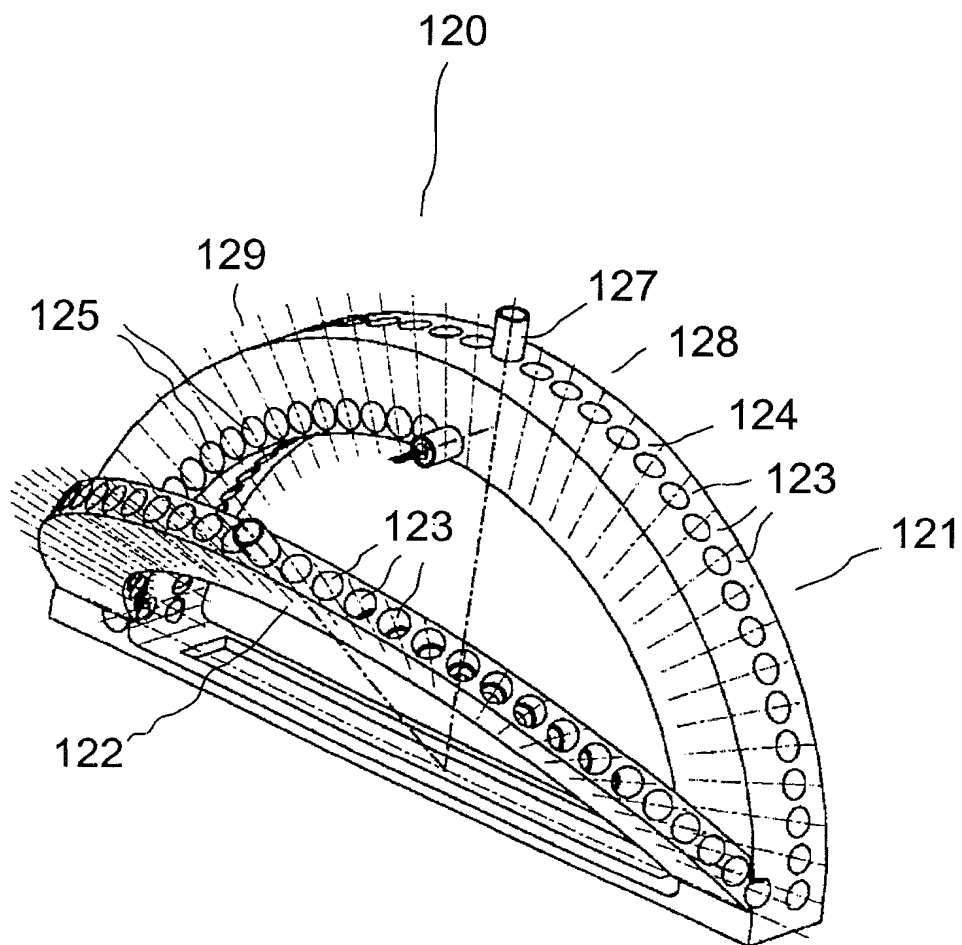


Fig. 9